

Jurnal DESIMINASI TEKNOLOGI



Diterbitkan Oleh :
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

JURNAL
DESIMINASI TEKNOLOGI

VOL. 8

NOMOR 2

HAL.: 90 - 165

JULI 2020

JURNAL DESIMINASI TEKNOLOGI

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG

VOLUME 8 NOMOR 2

p-ISSN 2303-212X

e-ISSN 2503-5398

JULI 2020

DAFTAR ISI

Halaman

ANALISIS PERUBAHAN KONFIGURASI JARINGAN RADIAL KE SPINDEL OPEN – LOOP PENYULANG JERUK DAN PENYULANG KOMERING

Imam Tarmizi, Yuslan Basir, Dyah Utari Y.W. (Dosen Teknik Elektro UTP).....90 – 99

RANCANGAN DESAIN EKSPERIMEN TAGUCHI DALAM PEMBUATAN BIOETANOL DARI JERAMI PADI

Selvia Aprilyanti, Madagaskar (Dosen Teknik Industri UTP).....100 – 105

PENGARUH PEMAKAIAN AIR RAWA TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON

Indra Syahrul Fuad, Bazar Asmawi (Dosen Teknik Sipil UTP).....106 – 112

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGADUK BUBUR SUMSUM DENGAN PENGGERAK MOTOR LISTRIK UNTUK INDUSTRI RUMAH TANGGA

Rita Maria Veranika, M. Amin Fauzie, Sukarmansyah, Utomo Mandala Ilham (Dosen Teknik Mesin UTP).....113 – 123

PEMBUATAN ALAT MESIN BUBUT MINI DARI KAYU

Ilham Yunus, Hermanto MZ, Azhari (Dosen Teknik Industri UTP).....124 – 131

PEMANFAATAN LIMBAH TISU SEBAGAI PENGISI POLIMER RESIN DENGAN METODE SEDERHANA

Zuul Fitriana Umari (Dosen Teknik Sipil UTP).....132 – 136

ANALISIS PERENCANAAN SUMBER DAYA MANUSIA BERDASARKAN STANDAR NASIONAL INDONESIA (SNI) DALAM KONSTRUKSI BANGUNAN (Studi Kasus Pembangunan Rumah Keluarga Deta Itzala)

Tolu Tamalika (Dosen Teknik Industri UTP).....137 – 143

EVALUASI PASCA HUNI ASRAMA MAHASISWA UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Andy Budiarto, Aditha Maharani Ratna (Dosen Arsitektur UTP).....144 – 150

ANALISA KELAYAKAN TERMINAL C DI JALAN NAWAWI AL HAJ DESA TANJUNG BARU KECAMATAN BATURAJA TIMUR

Ferry Desromi (Dosen Teknik Sipil Univ. Baturaja).....151 – 160

ANALISA ARC FLASH PADA SISTEM KELISTRIKAN FEEDER 6.6 KV SWITCH GEAR 01-B-1 SS#1B S. GERONG DI PT. PERTAMINA RU-III PLAJU

Roni Syaputra, Hazairin Samaullah, M. Husni Syahbani (Dosen Teknik Elektro UTP).....161 – 165

PRAKATA

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, atas berkah dan rahmat-Nya sehingga jurnal ilmiah *Desiminasi Teknologi* dapat dikenal pada lingkungan Fakultas Teknik dan civitas akademika teknik di seluruh Indonesia.

Jurnal *Desiminasi Teknologi* disusun dari berbagai penelitian dan kajian dosen dan atau mahasiswa internal Fakultas Teknik UTP dan dosen atau mahasiswa dari fakultas Teknik di luar Universitas Tridinanti Palembang yang memiliki penelitian untuk dipublikasikan. Jurnal ini terdiri dari berbagai rumpun ilmu teknik, diantaranya: Teknik Sipil, Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Industri, Arsitektur dan teknik lainnya.

Pada edisi kali ini, Jurnal Desiminasi Teknologi telah memasuki terbitan Volume 8 Nomor 2 edisi Juli 2020, dan kami beritahukan juga bahwa Jurnal Desiminasi Teknologi telah terdaftar secara elektronik dengan nomor e.ISSN 2503-5398.

Segala kritik dan saran yang bersifat membangun, sangat kami harapkan untuk perbaikan penulisan jurnal ini di masa mendatang dan kepada semua pihak yang ikut terlibat dalam proses penerbitan jurnal ini, kami ucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya.

Palembang, Juli 2020

Redaksi

RANCANGAN DESAIN EKSPERIMEN TAGUCHI DALAM PEMBUATAN BIOETANOL DARI JERAMI PADI

Selvia Aprilyanti⁴, Madagaskar⁵

Email Korespondensi: Selvia1704@univ-tridianti.ac.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar etanol yang terbaik dari hasil fermentasi jerami padi (*Oryza sativa*) menggunakan desain eksperimen Taguchi. Metode penelitian yang digunakan adalah metode desain eksperimen Taguchi, rancangan percobaan menggunakan *orthogonal array* $L_4(2^3)$. Penentuan kadar etanol menggunakan uji $K_2Cr_2O_7$. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kadar etanol yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan. Pada kombinasi perlakuan konsentrasi ragi 30% b/v menghasilkan kadar etanol tertinggi yaitu 1,27% dengan waktu fermentasi selama 14 hari. Kombinasi ini merupakan formula dari rancangan desain eksperimen Taguchi yaitu A2B2C1.

Kata kunci: bioetanol, desain eksperimen, jerami padi, taguchi

Abstract: The research was purposed to determine the best ethanol content from fermented rice straw (*Oryza sativa*) using the Taguchi experimental design. The research method used is the Taguchi experimental design method, the experimental design uses *orthogonal array* $L_4(2^3)$. Determination of ethanol content using the $K_2Cr_2O_7$ test. Based on the results of the study it can be concluded that there are differences in the ethanol content produced from each treatment. The treatment combination the yeast concentration of 30% w/v produced the highest ethanol content that is 1.27% with a fermentation time of 14 days. The combination is a formula of Taguchi's experimental design, A2B2C1.

Keywords: bioethanol, experiment design, rice straw, taguchi

⁴ Dosen Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang.

⁵ Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang.

PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak (BBM) adalah bahan bakar yang terbuat dari bahan baku fosil yang tidak dapat diperbarui (*unrenewable*). Penggunaan bahan bakar yang rutin dan makin meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan industri, sedangkan cadangan minyak akan semakin menipis dan tidak bisa diperbaharui lagi, hal ini dapat menimbulkan dampak krisis energi dimasa mendatang. Segala cara dilakukan untuk mengatasi dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, salah satunya yaitu dengan menemukan energi alternatif yang bisa diperbaharui (*renewable*), seperti bahan bakar yang berbahan baku dari minyak tumbuh-tumbuhan.

Bioetanol merupakan etanol yang terbuat dari sumber hayati atau lebih tepatnya tanaman yang mengandung pati, gula dan tanaman berselulosa seperti jerami padi. Jerami padi mengandung 39% selulosa dan 27,5% hemiselulosa (dasar berat kering) yang dapat dihidrolisis menjadi gula sederhana yang selanjutnya dapat

difermentasi menjadi bioetanol (Nasrun, Jalaluddin, & Mahfuddhah, 2015).

Pembuatan bioetanol dari jerami padi terdiri dari beberapa tahapan proses yaitu pretreatment, hidrolisis, fermentasi dan destilasi. Pretreatment dilakukan untuk memecah lignin pada jerami padi, dilakukan pemanasan menggunakan oven dengan suhu 121°C selama 30 menit, tahap kedua hidrolisis gula kompleks menjadi glukosa dengan H_2SO_4 encer pada suhu dan tekanan tinggi. Tahap ketiga fermentasi glukosa menjadi bioetanol dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae*, dan tahap terakhir didestilasi untuk memisahkan etanol dari air. Dari rangkaian proses tersebut akan dihasilkan bioetanol berkadar kemurnian 99,5 % yang dapat dimanfaatkan sebagai campuran bahan bakar yang ramah lingkungan (Sindhuwati, 2012). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pada penelitian ini akan mempelajari pengaruh alkali *pretreatment* jerami padi terhadap bioetanol yang dihasilkan melalui teknik SSF dengan bantuan mikroba *Saccharomyces*

cerevisiae. Untuk mengoptimalkan produksi bioetanol, konsentrasi enzim dan banyaknya mikroba *S. cerevisiae* pada SSF dapat dilakukan dengan percobaan faktorial penuh. Percobaan faktorial penuh akan menimbulkan biaya percobaan yang banyak, karena banyaknya percobaan yang dilakukan. Salah satu cara menekan biaya penelitian yang dikeluarkan adalah dengan menggunakan *Fractional Factorial Eksperimen* salah satunya adalah menggunakan Metode Taguchi.

Permasalahan dalam penelitian adalah belum adanya komposisi yang baku untuk pembuatan batu bata ringan yang berbahan sekam padi, sehingga perlu dilakukan penelitian sebagai evaluasi terhadap komposisi secara statistik kemudian dilakukan perbaikan pada proses pembuatannya.

Adapun metode penelitian yang digunakan adalah desain eksperimen taguchi untuk menentukan komposisi yang tepat dan optimal dengan memvariasikan parameter faktor pendukung dalam pembuatan batu bata ringan dari sekam padi. Metode Taguchi berupaya mengoptimalkan desain produk dan proses pembuatan batu bata sekam padi sehingga hasil akhir akan sesuai dengan target dan mempunyai nilai variabilitas yang minimum. Terdapat dua tahapan utama metode Taguchi, yaitu metode perancangan parameter dan perancangan toleransi. Alat analisis yang digunakan adalah ANOVA yang diusulkan oleh Taguchi.

TINJAUAN PUSTAKA

Bioetanol adalah etanol yang bahan utamanya dari tumbuhan dan umumnya menggunakan proses fermentasi dengan bantuan mikroorganisme. Etanol atau etil alkohol (C_2H_5OH) merupakan cairan tak berwarna dengan karakteristik antara lain mudah menguap, mudah terbakar, larut dalam air, terurai secara biologis (*biodegradable*), toksisitas rendah dan tidak menimbulkan polusi udara yang besar bila bocor ((Novia, Windarti, & Rosmawati, 2014). Bioetanol memiliki kelebihan dibanding dengan BBM, diantaranya mengurangi emisi mesin, meningkatkan performa mesin, menstimulasi ekonomi, terbuat dari berbagai bahan terbarukan dan ada kesetimbangan energi yang positif. Disamping itu, etanol juga lebih ramah lingkungan daripada

buster oktan yang lain seperti timah dan metil tertier butil eter.

Produksi bioetanol dapat menggunakan bahan baku berupa limbah yang mengandung selulosa, diantaranya adalah jerami padi. luas sawah di Indonesia adalah 11.9 juta ha. Artinya, potensi jerami padinya kurang lebih adalah 119 juta ton. Apabila seluruh jerami ini diolah menjadi etanol maka akan diperoleh sekitar 9.1 milyar liter etanol (*Fuel Grade Ethanol*), dengan nilai ekonomi Rp 50.1 triliun (Dehani, Argo, & Yulianingsih, 2013).

Jerami padi merupakan limbah yang masih belum bisa ditanggulangi dengan baik, pada umumnya jerami padi hanya dijadikan sebagai makanan ternak dan limbah. Jerami padi mempunyai potensi untuk menghasilkan bioetanol, karena mengandung lignoselulosa dengan komponen penyusunnya yaitu selulosa 37,71 % dan hemiselulosa 21,99 % dan lignin 16,62 %. Kandungan selulosa yang besar akan menghasilkan kadar bioetanol yang besar pula (Nata, Prayogo, & Arianto, 2014).

Secara umum sintesis bioetanol yang berasal dari biomassa terdiri dari dua tahap utama, yaitu hidrolisis dan fermentasi. Proses SSF merupakan penggabungan antara tahap hidrolisis dan fermentasi yang dilakukan secara simultan dalam satu waktu, sehingga dapat berlangsung efisien.

Proses hidrolisis (sakarifikasi) dilakukan secara biologis, yaitu dengan menggunakan enzim. Enzim merupakan protein yang bersifat katalis, sehingga sering disebut biokatalis. Enzim mempunyai kemampuan mengaktifkan senyawa lain secara spesifik dan dapat meningkatkan kecepatan reaksi kimia yang akan berlangsung lama apabila tidak menggunakan enzim. Proses SSF juga melibatkan *yeast* atau mikroba untuk menguraikan glukosa pada proses fermentasi. Fermentasi merupakan proses produksi energi dari mikroorganisme dalam kondisi anaerobik (tanpa udara). Mikroorganisme yang melakukan fermentasi bioetanol harus dapat memfermentasi semua monosakarida yang terkandung dalam media. Mikroba *Saccharomyces cerevisiae* digunakan untuk mengkonversi gula menjadi bioetanol dengan kemampuan konversi yang baik (Nata et al., 2014).

Metode Taguchi merupakan suatu metode pengendalian kualitas sebelum proses

berlangsung atau sering juga dinamakan *offline quality control*. Metode ini ditemukan oleh Dr. Genichi Taguchi dari Jepang. Taguchi menyertai filosofi yang baik untuk pengendalian kualitas dalam perindustrian. Tiga filosofi Taguchi (Wuryandari, Widiari, & Anggraini, 2012):

1. Kualitas harus didesain ke dalam produk dan bukan hanya memeriksanya.
2. Kualitas yang baik dapat dijangkau dengan memperkecil deviasi dari sebuah target. Produk akan dirancang sehingga bebas dari faktor yang membuat tidak terkontrol.
3. Nilai dari kualitas harus diukur sebagai sebuah fungsi deviasi dari standar tertentu dan kerugian harus diukur pada seluruh sistem.

Pemilihan jumlah level penting artinya untuk ketelitian hasil eksperimen dan biaya pelaksanaan eksperimen. Makin banyak level yang diteliti maka hasil penelitian akan lebih teliti karena data yang diperoleh semakin banyak. Tetapi banyaknya level akan meningkatkan jumlah pengamatan sehingga menaikkan biaya eksperimen. Dari alternatif faktor-faktor terkendali yang ada, maka dapat ditentukan level dari masing-masing faktor yang diteliti (Telaumbanua et al., 2013). Penentuan level ini dilakukan atas pertimbangan:

- a. Nilai masing-masing level masih dalam batas *range* yang ditetapkan perusahaan.
- b. Titik-titik level yang menunjukkan nilai ekstrim.
- c. Level tersebut masih dapat ditangani oleh teknologi proses yang ada.

Orthogonal Array adalah desain eksperimen khusus yang merupakan desain faktorial. *Orthogonal* berarti efek dari tiap-tiap faktor secara matematis yang ditaksir secara independen dari efek faktor yang lain. Tabel *Orthogonal Array* terdiri dari kolom dan baris dimana jumlah baris menentukan jumlah eksperimen yang akan dilakukan sedangkan jumlah kolom menentukan jumlah faktor yang akan diamati. Metode Taguchi menggunakan seperangkat matriks khusus yang disebut array orthogonal. Matriks standar ini merupakan langkah untuk menentukan jumlah eksperimen minimal yang dapat memberikan informasi sebanyak mungkin semua faktor yang mempengaruhi parameter (Utomo & Mandala,

2008). Disebut *Orthogonal Array* karena untuk setiap level dari suatu faktor, jumlah semua levelnya sama. Hal ini membuat eksperimen dan efek dari suatu faktor akan terpisah dengan efek dari faktor lain. Sehingga dapat memilih faktor mana saja yang mempunyai efek yang lebih paling besar dengan mudah.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan mengikuti perancangan desain eksperimen Taguchi. Tahap awal yang dilakukan yaitu penentuan variabel bebas, selanjutnya menentukan level faktor kendali dalam proses penelitian.

Faktor kendali adalah faktor yang nilainya dapat diatur atau dikendalikan, sedangkan faktor noise adalah faktor yang nilainya sulit untuk diatur seandainya bisa diatur memerlukan biaya yang mahal, pemilihan faktor untuk eksperimen berdasarkan data pada tabel berikut.

Tabel 1 Faktor Kendali

	Faktor Kendali	Level 1	Level 2
A	Konsentrasi ragi	20% b/v	30% b/v
B	Waktu	7 hari	14 hari
C	Fermentasi	60 mesh	80
	Ukuran sampel		mesh

Faktor tak terkendali *factor Noise* yang dilibatkan dalam eksperimen adalah : Tenaga Kerja

Matriks ortogonal sangat efisien dalam memperoleh jumlah data yang relative kecil dan mampu memterjemahkan kekesimpulan yang berarti dan jelas. Cara pemilihan matriks ortogonal adalah dengan menentukan jumlah *factor* atau derajat bebas (db) dan level minimum yang diperlukan oleh *inner array*. Dalam perhitungan derajat kebebasan faktor dan level diperoleh:

$$(\text{Banyaknya faktor}) \times (\text{banyaknya level} - 1) \\ = 3 \times (2-1) = 3$$

Maka memilih matriks ortogonal yang sesuai dengan eksperimen adalah derajat kebebasan pada matriks *orthogonal standard* harus lebih besar atau sama dengan perhitungan derajat kebebasan pada eksperimen, maka menggunakan $L_4(2^3)$, dimana L adalah menyatakan rancangan bujur sangkar latin, 4 menyatakan banyaknya baris atau eksperimen, 2 menyatakan banyaknya level dan 3 menyatakan

banyaknya kolom atau faktor, dan dalam penelitian ini terdapat 4 eksperimen, 3 faktor dan 2 level. Maka orthogonal array yang dipilih seperti pada Tabel dibawah ini:

Tabel 2 Desain Eksperimen Taguchi dengan Ortogonal Array $L_4(2^3)$

Percobaan	faktor			Volume (ml)	Kadar etanol
	A	B	C		
1	1	1	1		
2	1	2	2		
3	2	1	2		
4	2	2	1		

Sumber : Minitab 14

Prosedur kerja dalam penelitian ini meliputi tahap perlakuan awal. Jerami padi sebanyak 1 kg dicuci dan dipotong, kemudian digiling hingga halus lalu dikeringkan dengan oven pada suhu 100-105°C selama 4 jam (Setiawan & Kusumo, 2015). Sampel diayak dengan ayakan ukuran 60 dan 80 mesh dan dihilangkan kadar ligninnya dengan menggunakan larutan NaOH 0.5 M dengan perbandingan 1:10 (jerami : larutan NaOH) (Dehani et al., 2013).



Gambar 1 Jerami padi ukuran 80 mesh

Kemudian serbuk jerami padi dicuci dengan aquades sampai pH 7 dan dikeringkan dengan oven pada suhu 100-105°C. Serbuk jerami padi sebanyak 100 gram selanjutnya dihidrolisis dengan enzim *selulase*.

Proses hidrolisis menggunakan enzim *selulase* dengan rasio antara substrat (g) dan enzim (mL) sebesar 0,10 g/mL. Proses hidrolisis diinkubasi selama 2 jam pada suhu 50°C dan dididihkan selama 15 menit. Hidrolisat kemudian ditambahkan HCl sampai pH 5 kemudian ditambah nutrisi 2 g urea dan 2 g ammonium sulfat. Selanjutnya ditambahkan ragi tape (*Saccharomyces cerevisiae*) sebanyak 2 g dan

diinkubasi pada suhu 27-30°C (*anaerob*) dengan variasi waktu fermentasi sesuai rancangan eksperimen pada tabel *orthogonal array*.



Gambar 2 Proses Inkubasi pada suhu 30°C

Tabel 3 Pengaturan Percobaan Produksi Bioetanol Yang Baik

Trial	Kombinasi Faktor Level	Faktor	Level
1	$A_1B_1C_1$	Konsentrasi ragi Waktu fermentasi Ukuran Sampel	20% b/v 7 hari 60 Mesh
2	$A_1B_2C_2$	Konsentrasi ragi Waktu fermentasi Ukuran Sampel	20% b/v 14 hari 80 Mesh
3	$A_2B_1C_2$	Konsentrasi ragi Waktu fermentasi Ukuran Sampel	30% b/v 7 hari 80 Mesh
4	$A_2B_2C_1$	Konsentrasi ragi Waktu fermentasi Ukuran Sampel	30% b/v 14 hari 60 Mesh

Pengujian kadar alkohol diawali dengan proses distilasi. Hasil fermentasi didistilasi untuk memisahkan etanol dengan larutan lainnya (Surati, 2015). Distilasi dilakukan pada suhu 80°C. Destilat ini kemudian dianalisis dengan uji $K_2Cr_2O_7$ untuk mengetahui adanya senyawa etanol pada sampel. Adanya etanol dalam suatu larutan diuji secara oksidasi dengan menggunakan larutan $K_2Cr_2O_7$. Prinsip yang digunakan adalah reaksi redoks antara etanol dengan kalium dikromat dalam suasana asam (Pinata, 2011).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan percobaan sesuai rancangan desain eksperimen Taguchi, pengujian kadar etanol dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali diperoleh hasil seperti ditunjukkan pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 4 Hasil Penelitian

Percobaan	Pengulangan uji Kadar Bioetanol (%)			Rata-rata (%)
	R1	R2	R3	
1	0,98	1,00	0,98	0,99
2	1,12	1,15	1,09	1,12
3	1,21	1,20	1,20	1,20
4	1,42	1,40	1,41	1,41

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa semakin banyak ragi yang digunakan pada tahap fermentasi maka semakin besar pula kadar etanol yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh aktivitas bakteri yang banyak membuat jerami padi mudah terurai mengubah glukosa dan terkonversi menjadi bioetanol. Semakin banyak jumlah bakteri yang diberikan, semakin besar kadar bioetanol yang dihasilkan (Nata et al., 2014).

Kadar bioetanol dari jerami padi tertinggi dicapai juga pada waktu fermentasi 14 hari yaitu 35 mL dengan kadar etanol 1,27 %. Etanol banyak diproduksi pada hari ke 14 karena pada hari ke 14 *Sacharomyces cereviseae* mengalami fase pertumbuhan stasioner yang konstan. Dimana, pada fase ini *Sacharomyces* mengalami perbanyakan sel yang sangat banyak dan aktifitas sel meningkat karena pemecahan gula yang cukup besar. Semakin lama proses sakarifikasi dan fermentasi serentak (SFS) maka semakin tinggi kadar bioetanol yang dihasilkan dan waktu optimum pembentukan bioetanol yaitu 7 hari serta semakin tinggi konsentrasi ragi yang digunakan maka semakin tinggi pula kadar bioetanol yang dihasilkan (Baharuddin, Sappewali, Karisma, & Fitriyani, 2016).

SIMPULAN

Berdasarkan rancangan desain eksperimen Taguchi diperoleh formula yang terbaik dalam

produksi bioetanol dari jerami padi yaitu A2B2C1.

DAFTAR PUSTAKA

- Baharuddin, M., Sappewali, S., Karisma, K., & Fitriyani, J. (2016). Produksi Bioetanol Dari Jerami Padi (*Oryza Sativa* L.) Dan Kulit Pohon Dao (*Dracontamelon*) Melalui Proses Sakarifikasi Dan Fermentasi Serentak (Sfs). *Chimica Et Natura Acta*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.24198/Cna.V4.N1.1041>
- Dehani, F. R., Argo, B. D., & Yulianingsih, R. (2013). *Utilization Of Microwave Irradiation To Maximaze Pretreatment Process Of Lignin Levels Reduction Of Paddy Straw (On The Production Of Bioethanol)*. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 1(1), 13–20.
- Kusumawardani, M., Mustafid, & Yasin, H. (2015). Optimalisasi Parameter Teknik Pengelasan *Flux Cored Arc Welding* (Fcaw) Menggunakan Metode Taguchi Multirespon Pcr-Topsis. *Jurnal Gaussian*, 4(3), 573–582.
- Nasrun, Jalaluddin, & Mahfuddhah. (2015). Pengaruh Jumlah Ragi Dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Yang Dihasilkan Dari Fermentasi Kulit Pepaya. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*.
- Nata, I. F., Prayogo, J. H., & Arianto, T. (2014). Produksi Bioetanol Dari Alkali-Pretreatment Jerami Padi Dengan Proses *Simultaneous Sacharification And Fermentation* (SSF). *Jurnal Konversi*, 3(1), 10–16.
- Novia, Windarti, A., & Rosmawati. (2014). Pembuatan Bioetanol Dari Jerami Padi Dengan Metode Ozonolisis – *Simultaneous Saccharification And Fermentation* (SSF). *Jurnal Teknik Kimia*, 20(3), 38–48.
- Pinata, D. (2011). Uji Kualitatif Etanol Yang Diproduksi Secara Enzimatis Menggunakan *Zymomonas Mobilis* Permeabel.

- Setiawan, H., & Kusumo, E. (2015). Pembuatan Bioetanol Dari Jerami Padi Dengan Bantuan Enzim Selulase Dari Jamur Tiram. *IJCS - Indonesia Journal Of Chemical Science*, 4(2).
- Surati. (2015). Konsentrasi *S. Cereviceae* Dan Lama Fermentasi Terhadap Kadar Etanol Limbah Jerami Padi. *Jurnal Fikratuna*, 7(2).
- Telaumbanua, A., Siregar, K., Sinaga, T. S., Industri, D. T., Teknik, F., Utara, U. S., ... Usu, K. (2013). Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Pendekatan Metode Taguchi Pada PT. Asahan Crumb Rubber. *Jurnal Teknik Industri USU*, 3(5), 1–7.
- Utomo, R., & Mandala, W. (2008). Optimasi Faktor Kontrol Yang Berpengaruh Terhadap Proses Pembuatan Duck Nuggets C-91-C-92. *Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2008 Bidang Teknik Industri*, 91–98.
- Wuryandari, T., Widiharih, T., & Anggraini, S. D. (2012). Metode Taguchi Untuk Optimalisasi Produk Pada Rancangan [Ftts://doi.org/10.14710/medstat.2.2.81-92](https://doi.org/10.14710/medstat.2.2.81-92)